

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Летучие неорганические соединения

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы

Аналитическая и медицинская химия в современных технологиях

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.02.02 Летучие неорганические соединения относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н-1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК-1-н-2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	ПК-1-н-1: Уметь составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий. Знать основные принципы составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий. Владеть приемами составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий. ПК-1-н-2: Уметь выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов Знать основные принципы и методологию выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов Владеть приемами выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и	Опрос	Зачёт: Контрольные вопросы

		временных ресурсов		
ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н-1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных ПК-2-н-2: Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н-1: Знать основные приемы поиска специализированной информации в информационных базах данных Уметь выполнять поиск специализированной информации в информационных базах данных Владеть техникой поиска специализированной информации в информационных базах данных ПК-2-н-2: Знать основные приемы анализа и обобщения результатов информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках Уметь анализировать и обобщать результаты информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках Владеть методологией анализа и обобщения результатов информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	Опрос	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32

- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	43
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1 Летучие неорганические гидриды	14	6		6	8
Тема 2 Летучие неорганические хлориды	16	8		8	8
Тема 3 Летучие неорганические бромиды и йодиды	14	6		6	8
Тема 4 Летучие металлорганические соединения	30	6	16	22	8
Тема 5 Летучие металлокомплексы	33	6	16	22	11
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	32	65	43

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1 Летучие неорганические гидриды

Тема 2 Летучие неорганические хлориды

Тема 3 Летучие неорганические бромиды и йодиды

Тема 4 Летучие металлорганические соединения

Тема 5 Летучие металлокомплексы

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

А.А.Сибиркин, А.В.Новикова, Д.А.Пермин. Получение и очистка летучих металлокомплексов. - Нижний Новгород, 2021. - 19 с.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

1. Методы получения и примесный состав летучих неорганических гидридов.
2. Методы очистки летучих гидридов.
3. Техника работы с летучими гидридами.
4. Методы получения высокочистых простых веществ из летучих гидридов.
5. Методы получения и очистки летучих хлоридов.
6. Техника работы с летучими хлоридами.
7. Факторы, определяющие примесный состав летучих хлоридов.
8. Определение примесей в высокочистых летучих хлоридах масс-спектрометрическим, газохроматографическим и химико-спектральными методами.
9. Получение высокочистых простых веществ и оксидов из летучих хлоридов.
10. Получение и очистка летучих иодидов.
11. Техника работы с карбонилами элементов.
12. Методы получения и очистки карбониллов.
13. Техника работы с металлоорганическими соединениями.
14. Методы получения металлоорганических соединений.
15. Методы получения лигандов и металлокомплексов.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. Основные классы летучих неорганических соединений.
2. Понятие летучего вещества.
3. Выставка-коллекция высокочистых веществ.
4. Достигнутый уровень чистоты летучих веществ.
5. Классификация и номенклатура гидридов.
6. Общие свойства летучих гидридов.
7. Общие свойства летучих хлоридов элементов.

8. Строение и номенклатура карбониллов.
9. Химические свойства карбониллов элементов.
10. Классификация и строение металлокомплексов.
11. Строение и свойства алколюлятов элементов.
12. Строение и свойства амидов металлов и их производных.
13. Строение и свойства карбоксилатов металлов и их аналогов.
14. Проблема устойчивости металлокомплексов и пути ее решения.
15. Проблема летучести металлокомплексов и пути ее решения.
16. Проблема тары, фасовки, упаковки и транспортировки при работе с высокочистыми веществами.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	знает общие положения материала дисциплины
не зачтено	не знает значительной части материала дисциплины

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Продемонстрированы основные умения. Решены	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все

	умений вследствие отказа обучающегося от ответа	основные умения. Имели место грубые ошибки	типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Методы получения и примесный состав летучих неорганических гидридов.
2. Методы очистки летучих гидридов.
3. Техника работы с летучими гидридами.
4. Методы получения высокочистых простых веществ из летучих гидридов.
5. Методы получения и очистки летучих хлоридов.
6. Техника работы с летучими хлоридами.
7. Факторы, определяющие примесный состав летучих хлоридов.
8. Определение примесей в высокочистых летучих хлоридах масс-спектрометрическим, газохроматографическим и химико-спектральным методами.
9. Получение высокочистых простых веществ и оксидов из летучих хлоридов.
10. Получение и очистка летучих иодидов.
11. Техника работы с карбонилами элементов.
12. Методы получения и очистки карбониллов.
13. Техника работы с металлорганическими соединениями.
14. Методы получения металлорганических соединений.
15. Методы получения лигандов и металлокомплексов.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Основные классы летучих неорганических соединений.
2. Понятие летучего вещества.
3. Выставка-коллекция высокочистых веществ.
4. Достигнутый уровень чистоты летучих веществ.
5. Классификация и номенклатура гидридов.
6. Общие свойства летучих гидридов.
7. Общие свойства летучих хлоридов элементов.
8. Строение и номенклатура карбониллов.
9. Химические свойства карбониллов элементов.
10. Классификация и строение металлокомплексов.
11. Строение и свойства алколюлятов элементов.
12. Строение и свойства амидов металлов и их производных.
13. Строение и свойства карбоксилатов металлов и их аналогов.
14. Проблема устойчивости металлокомплексов и пути ее решения.
15. Проблема летучести металлокомплексов и пути ее решения.
16. Проблема тары, фасовки, упаковки и транспортировки при работе с высокочистыми веществами.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	знает общие положения материала дисциплины
не зачтено	не знает значительной части материала дисциплины

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Девярых Г. Г. Выставка-коллекция веществ особой чистоты / [Отв. ред. Г. Г. Девярых]. - М. : Наука, 2003. - 236 с. : ил., 1 л. портр. - ISBN 5-02-006483-1 : 30.00., 2 экз.
2. Девярых Григорий Григорьевич. Глубокая очистка веществ : [учеб. пособие для хим. и хим.-технол. специальностей вузов]. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Высшая школа, 1990. - 191, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-000073-7 : 0.40., 39 экз.
3. Девярых Григорий Григорьевич. Введение в теорию глубокой очистки веществ / АН СССР, Секция хим.-технол. и биол. наук. - М. : Наука, 1981. - 320 с. : ил. - 2.50., 62 экз.
4. Агафонов Игорь Леонидович. Масс-спектрометрический анализ газов и паров особой чистоты / АН СССР, Ин-т химии (г. Горький). - М. : Наука, 1980. - 334 с., 1 л. диагр. : ил. - 3.60., 10 экз.
5. Девярых Григорий Григорьевич. Летучие неорганические гидриды особой чистоты / АН СССР, Ин-т химии. - М. : Наука, 1974. - 206 с. : с черт. - 1.53., 4 экз.
6. Фурман Абрам Аронович. Неорганические хлориды : (Химия и технология). - М. : Химия, 1980. - 416 с. : ил. - 1.80., 2 экз.
7. Ролстен Роберт Ф. Йодидные металлы и йодиды металлов : пер. с англ. / под ред. А. И. Беляева, В. Н. Вигдоровича. - М. : Металлургия, 1968. - 524 с. : ил. - 2.11., 2 экз.
8. Ключников Николай Григорьевич. Руководство по неорганическому синтезу : [для хим. и хим.-технол. специальностей вузов]. - Изд. 2-е, перераб. - М. : Химия, 1965. - 390 с. : ил. - 1.08., 2 экз.
9. Сыркин В. Г. Карбонилы металлов. - М. : Химия, 1983. - 198 с. : ил. - 2.20., 1 экз.
10. Металлоорганические соединения в электронике. - М. : Наука, 1972. - 479 с. : ил. - 24.00., 5 экз.
11. Бета-дикетонаты металлов : [сб. ст.] / АН СССР, Науч. совет по неорган. химии, Ин-т физ. химии ; [отв. ред. В. И. Спицын]. - Москва : Наука, 1978. - 121 с. : ил. - 0.80., 2 экз.
12. Строение, свойства и применение бета-дикетонатов металлов : [сб. ст.] / АН СССР, Науч. совет по неорган. химии, Ин-т физ. химии ; [отв. ред. В. И. Спицын]. - М. : Наука, 1978. - 202 с. : граф. - 2.10., 3 экз.
13. Мошьер Р. Газовая хроматография хелатов металлов / пер с англ. В. Г. Гугли ; под ред. А. А. Жуховицкого и О. Д. Стерлигова. - М. : Мир, 1967. - 175 с. : с граф. - 0.60., 3 экз.
14. Шведт Георг. Хроматографические методы в неорганическом анализе / пер. с англ. Б. И. Анваера ; под ред. В. Г. Березкина. - М. : Мир, 1984. - 254 с. : ил. - 2.50., 2 экз.
15. Соколов Дмитрий Николаевич. Газовая хроматография летучих комплексов металлов / АН СССР, Науч. совет по неорган. химии, Отд-ние Ин-та хим. физики. - М. : Наука, 1981. - 123 с. : ил. - 1.30., 1 экз.
16. Зимин Владимир Семенович. Стеклодувное дело и стеклянная аппаратура для физико-химического эксперимента. - М. : Химия, 1974. - 327 с. : ил. - 1.31., 1 экз.
17. Голь Мирон Моисеевич. Руководство по основам стеклодувного дела. - Л. : Химия, Ленингр. отд-ние, 1967. - 119 с. : ил. - 0.45., 36 экз.
18. Суглобов Дмитрий Николаевич. Летучие органические и комплексные соединения f-элементов. - М. : Энергоатомиздат, 1987. - 208, [1] с. : ил. - 2.90., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Девярых Григорий Григорьевич. Высокочистые халькогены : моногр. / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, РАН, Ин-т химии высокочистых веществ. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 1997. - 244 с. - 25.00., 1 экз.
2. Девярых Григорий Григорьевич. Методы получения веществ особой чистоты. - М. : Знание,

1976. - 64 с. : ил. - (Новое в жизни, науке, технике. Химия ; 1). - 0.11., 49 экз.

3. Девярых Григорий Григорьевич. Глубокая очистка веществ : [учеб. пособие для хим. и хим.-технол. специальностей вузов]. - М. : Высшая школа, 1974. - 160 с. : с черт. - 0.28., 4 экз.

4. Фурман Абрам Аронович. Основы химии и технологии безводных хлоридов / под ред. Л. М. Якименко. - М. : Химия, 1970. - 255 с. : черт. - 1.52., 1 экз.

5. Борисова Зоя Ульяновна. Халькогенидные полупроводниковые стекла. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1983. - 344 с. - 3.60., 3 экз.

6. Ключников Николай Григорьевич. Неорганический синтез : [по хим. и биол. специальностям]. - 2-е изд., перераб. - М. : Просвещение, 1988. - 238, [1] с. : ил. - (Учебники для педагогических институтов). - ISBN 5-09-000167-7 : 0.95., 2 экз.

7. Сыркин Виталий Григорьевич. Химия и технология карбонильных материалов. - М. : Химия, 1972. - 240 с. : ил. - 0.99., 1 экз.

8. Сыркин Виталий Григорьевич. Карбонильные металлы. - М. : Metallurgia, 1978. - 256 с. : ил. - 3.10., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Не предусмотрены

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Установка для пайки стекла, установка для выполнения синтеза летучих металлокомплексов, установка для очистки металлокомплексов возгонкой в вакууме, установка для проведения химических транспортных реакций в закрытой системе.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Сибиркин Алексей Алексеевич, доктор химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Пермин Дмитрий Алексеевич, кандидат химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.